



④ 19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift
⑩ DE 42 13 261 A 1

⑤ Int. Cl.⁵:
H 05 B 3/10
F 01 N 3/28
C 04 B 37/02
B 22 F 3/20

DE 42 13 261 A 1

②① Aktenzeichen: P 42 13 261.4
②② Anmeldetag: 22. 4. 92
②③ Offenlegungstag: 28. 10. 93

⑦① Anmelder:

Emitec Gesellschaft für Emissionstechnologie mbH,
53797 Lohmar, DE

⑦④ Vertreter:

Pagenberg, J., Dr.jur.; Frohwitter, B., Dipl.-Ing.,
Rechtsanwälte, 8000 München; Bardehle, H.,
Dipl.-Ing.; Dost, W., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Altenburg, U., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 81679
München; Geißler, B., Dipl.-Phys.Dr.jur., Pat.- u.
Rechtsanw., 8000 München

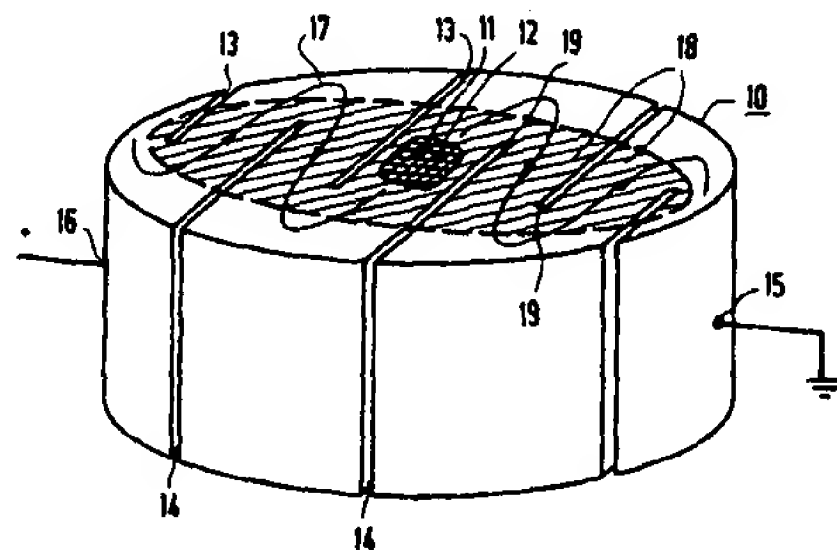
⑦② Erfinder:

Maus, Wolfgang, Dipl.-Ing., 5060 Bergisch Gladbach,
DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Elektrisch leitfähiger Wabenkörper, insbesondere für elektrisch beheizbare katalytische Konverter von Kraftfahrzeugen

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wabenkörper (10) aus elektrisch leitfähigem Material, welcher durch Schlitzte (13, 14) und/oder elektrisch isolierende Schichten elektrisch so unterteilt ist, daß ein elektrischer Strom auf einem gewundenen Pfad (17) durch den Körper (10) fließen kann, wobei der Wabenkörper (10) einen Bereich (18) aus einem Material mit erhöhtem spezifischen elektrischen Widerstand aufweist. Bevorzugt ist der Wabenkörper (10) zylindrisch oder ovalzylindrisch mit etwa axial verlaufenden Schlitzten (13, 14), welche jeweils versetzt von außen bis zu einem Ende (19) im Inneren des Wabenkörpers (10) reichen, und wobei der Wabenkörper (10) in seinem inneren Querschnittsbereich (18), der zumindest alle Enden (19) der Schlitzte (13, 14) umfaßt, aus einem Material mit höherem spezifischen Widerstand besteht als in seinem äußeren Querschnittsbereich. Dieser Aufbau ermöglicht eine homogenere Stromdichteverteilung in dem Wabenkörper und vermeidet Heißpunkte. Dies führt insbesondere bei der Anwendung als elektrisch beheizbarer katalytischer Konverter für Kraftfahrzeuge, zu einer erhöhten Stabilität und Lebensdauer.



DE 42 13 261 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09 93 308 043/171

7/49

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wabenkörper aus elektrisch leitfähigem Material, welcher durch Schlitze und/oder elektrisch isolierende Schichten elektrisch so unterteilt ist, daß ein elektrischer Strom auf einem gewundenen Pfad durch den Körper fließen kann.

Solche Körper sind beispielsweise aus der WO 89/10 470, der WO 89/10 471 oder der EP 04 52 125 A2 bekannt.

In der EP 04 52 125 A2, von der die vorliegende Erfindung ausgeht, sind viele verschiedene Möglichkeiten zur Unterteilung eines Wabenkörpers durch Schlitze beschrieben. Es hat sich jedoch gezeigt, daß ein elektrischer Strom, welchem man einen mäanderförmigen Weg aufzwingt, immer die Tendenz hat, sich den kürzesten Weg, d. h. den Weg mit dem geringsten elektrischen Widerstand zu suchen. Ein wesentlicher Anteil des Stromes fließt daher in einem sehr kleinen Bereich nahe den elektrischen Leitfähigkeit begrenzenden Schlitzen oder Schichten. Typischerweise wird ein mäanderförmig von Strom durchflossener Wabenkörper der oben genannten Bauart nicht gleichmäßig aufgeheizt, sondern hat besonders heiße Stellen an den Innenseiten der jeweiligen Krümmungen des Strompfades. Hier kann es sogar zum Aufglühen, Durchschmelzen, zumindest aber zum Erweichen des Körpers kommen, was die Stabilität und die Lebensdauer beeinträchtigt. Insbesondere bei der Verwendung eines solchen Wabenkörpers als elektrisch beheizbarer katalytischer Konverter in einem Kraftfahrzeug ist dies von entscheidender Bedeutung, da hier hohe Belastungen auftreten und nur begrenzte elektrische Energie zur Verfügung steht, die möglichst optimal ausgenutzt werden soll.

In der EP 04 52 125 A2 sind verschiedene Möglichkeiten erwähnt, mit welchen der elektrische Widerstand in unterschiedlichen Teilbereichen des Körpers verändert werden soll. Hierzu gehören veränderte Wanddicken der einzelnen Waben, eine unterschiedliche Anzahl von Waben pro Querschnittsfläche oder eine unterschiedliche axiale Länge einzelner Zellwände. Solche Maßnahmen sind jedoch prinzipiell nicht geeignet, eine homogenere Verteilung des Stromes in einem elektrisch leitfähigen Wabenkörper zu erzielen. Der Grund liegt darin, daß der spezifische elektrische Widerstand des Materials immer gleich bleibt, so daß durch die Anordnung von mehr oder weniger Material zwar der Widerstand in diesem Bereich, nicht jedoch die spezifische Stromdichte pro vorhandenem Material geändert werden kann. Erhöht man beispielsweise die Wanddicke in einem Bereich, in dem besonders hohe Ströme fließen, so reduziert sich dort der Widerstand und es fließen noch höhere Ströme, wodurch das dickere Material genauso aufgeheizt wird wie dünneres Material. Verringert man hingegen die Wanddicke oder die Zahl der Zellen, so fließt zwar ein geringerer Strom, jedoch heizt dieser die geringere Menge an vorhandenem Material genauso stark auf wie vorher. Sinngemäß das gleiche gilt auch für axial veränderliche Längen der Zellwände.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Wabenkörper aus elektrisch leitfähigem Material anzugeben, welcher die genannten Nachteile vermeidet und gleichmäßiger über seine gesamte Querschnittsfläche mit einem elektrischen Strom beaufschlagbar ist. Auch ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Wabenkörpers ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

Zur Lösung dieser Aufgabe dient ein Wabenkörper

aus elektrisch leitfähigem Material, welcher durch Schlitze und/oder elektrisch isolierende Schichten elektrisch so unterteilt ist, daß ein elektrischer Strom auf einem gewundenen Pfad durch den Körper fließen kann, wobei der Wabenkörper aus Bereichen von unterschiedlichem Material mit unterschiedlichem spezifischen Widerstand besteht. Das Wesen der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß bei vorgegebener Zellgeometrie, die nicht notwendigerweise homogen sein muß, die Stromverteilung in dieser vorgegebenen Zellgeometrie durch Variation des spezifischen elektrischen Widerstandes ohne wesentliche Änderung der durch die vorgegebene Zellgeometrie vorhandenen Masse in den einzelnen Bereichen erzielt wird. Auf diese Weise kann die Stromdichte in den Bereichen mit höherem spezifischen Widerstand verringert werden, wodurch Teile des Stromflusses in andere Bereiche verdrängt werden, wobei gleichzeitig in dem Bereich mit höherem spezifischen Widerstand keine übermäßige Aufheizung des Materials mehr auftritt, da die dort aufzuheizende Masse nicht gleichzeitig verringert werden muß.

Besonders einfach lassen sich Bereiche mit unterschiedlichem spezifischen Widerstand bei extrudierten Wabenkörpern aus Metallpulver oder einer Mischung aus Metall- und Keramikpulver herstellen. Durch unterschiedliche Zusammensetzung des Pulvermaterials in unterschiedlichen Bereichen des Wabenkörpers kann der spezifische Widerstand in weiten Grenzen eingestellt werden. So kann der spezifische Widerstand durch Verringerung des Metallpulveranteiles in einem Metall- und Keramikpulvergemisch verringert werden. Auch durch unterschiedlich starke Oxidation und andere physikalisch-chemische Verfahren kann der elektrische Widerstand in Teilbereichen erhöht werden.

Ein so hergestellter Wabenkörper eignet sich besonders als Trägerkörper für katalytisch aktives Material und insbesondere für einen elektrisch beheizbaren katalytischen Konverter eines Kraftfahrzeuges. Gerade bei solchen Wabenkörpern kommt es auf eine homogene Beheizung zur wirtschaftlichen Ausnutzung der vorhandenen elektrischen Energie und auf Stabilität und lange Lebensdauer unter schwierigen Betriebsbedingungen an.

Geeignet ist die Erfindung beispielsweise für einen Wabenkörper, der durch mehrere etwa parallele, aber gegeneinander versetzte Schlitze so unterteilt ist, daß ein elektrischer Strom etwa mäanderförmig durch den Körper fließen kann. Dabei haben die Schlitze im allgemeinen Enden im Inneren des Wabenkörpers. Wenn der Wabenkörper zumindest im Bereich dieser Enden der Schlitze aus einem Material mit einem höheren spezifischen Widerstand als in den übrigen Bereichen besteht, so wird ein Teil des elektrischen Stromes aus diesem Bereich verdrängt und eine Überhitzung dort vermieden. Dabei ist es nicht zwingend erforderlich, daß die Bereiche mit einem höheren spezifischen Widerstand zusammenhängen und einen einzigen großen Bereich bilden, jedoch wird dies im allgemeinen für die Herstellung vorteilhaft sein. Auf die genaue Form eines solchen Bereiches mit höherem spezifischen Widerstand kommt es nicht an, solange nur in der Nähe der Enden der Schlitze der Widerstand genügend erhöht ist.

Aus herstellungstechnischen Gründen, insbesondere bei extrudierten Wabenkörpern ist die Erfindung besonders gut auf einen zylindrischen oder ovalzylindrischen Wabenkörper mit etwa axial verlaufenden Schlitzen anzuwenden, wobei die Schlitze jeweils versetzt etwa parallel zu einem Radius liegen und von außen bis zu ihrem

Ende im Inneren des Wabenkörpers reichen. Dabei besteht der Wabenkörper in seinem inneren Querschnittsbereich, der zumindest alle Enden der Schlitze umfaßt, aus einem Material mit höherem spezifischen Widerstand als in seinem äußeren Querschnittsbereich. Wie anhand der Zeichnung näher erläutert wird, läßt sich ein solcher Wabenkörper durch Extrudieren leicht herstellen.

Der Gesamtwiderstand eines solchen Wabenkörpers kann beispielsweise im Bereich von etwa 0,01 bis etwa 1 Ohm liegen, was der typische Bereich für beheizbare katalytische Konverter in Kraftfahrzeugen ist, insbesondere bei elektrischen Anlagen mit einer Spannung von 12 bis 24 Volt.

Obwohl sich der spezifische elektrische Widerstand, z. B. bei extrudierten Wabenkörpern, in weiten Grenzen variieren läßt, so ist es doch vorteilhaft, daß der höhere spezifische elektrische Widerstand etwa doppelt so groß ist wie der elektrische spezifische Widerstand in den Bereichen mit niedrigerem spezifischen elektrischen Widerstand. Prinzipiell können natürlich auch mehr als zwei unterschiedliche Bereiche mit unterschiedlichem spezifischen elektrischen Widerstand oder eine kontinuierliche Variation des spezifischen elektrischen Widerstandes in einem Wabenkörper vorhanden sein. Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines Wabenkörpers mit Bereichen unterschiedlicher spezifischer elektrischer Widerstände, insbesondere zur Herstellung der oben beschriebenen Wabenkörper, besteht aus folgenden Schritten:

- a) einem Extruder werden zwei unterschiedliche Massen aus Metallpulver oder Metall- und Keramikpulvergemisch zugeführt, und zwar eine im inneren Bereich und eine in einem den inneren Bereich umgebenden äußeren Bereich;
- b) die unterschiedlichen Massen werden gemeinsam zu einem monolithischen Wabenkörper extrudiert;
- c) der extrudierte Wabenkörper wird gebrannt oder gesintert oder, ggf. nach Bereichen unterschiedlich, physikalisch-chemisch behandelt;
- d) der extrudierte Wabenkörper wird mit versetzten Schlitzen versehen.

Die Reihenfolge dieser Schritte kann auch unterschiedlich sein, z. B. kann der Wabenkörper schon beim Extrudieren oder direkt anschließend mit Schlitzen versehen werden, bevor die übrigen Schritte erfolgen. Auch können mehr als zwei unterschiedliche Massen eingesetzt werden, die dann ineinanderliegende Bereiche mit unterschiedlichem spezifischen elektrischen Widerstand bilden. Unter unterschiedlichen Massen ist nicht unbedingt zu verstehen, daß die Massen eine wesentlich verschiedene Materialzusammensetzung oder Pulvergröße haben müssen. Unter Umständen kann es auch reichen, wenn einem Teil der Masse ein Additiv beigemischt wird, welches bei der späteren physikalisch-chemischen Behandlung z. B. eine stärkere Oxidation hervorruft, wodurch der spezifische Widerstand verringert wird. Im allgemeinen wird jedoch der unterschiedliche spezifische Widerstand durch unterschiedliche Anteile an keramischer Masse im Pulvergemisch erzielt werden können.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeichnung näher erläutert, und zwar zeigen

Fig. 1 eine schematische, perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Wabenkörpers,

Fig. 2 die schematische Darstellung eines Querschnittes durch einen erfindungsgemäßen Wabenkörper und Fig. 3 schematisch den Vorgang zur Herstellung eines erfindungsgemäßen extrudierten Wabenkörpers.

Fig. 1 zeigt einen Wabenkörper 10, welcher aus einer Vielzahl von dünnen Wänden 11 besteht, welche zahlreiche Kanäle 12 bilden, durch welche ein Fluid in axialer Richtung strömen kann. Durch Schlitze 13, 14 ist der Wabenkörper 10 elektrisch so unterteilt, daß ein elektrischer Strom, der an die Anschlüsse 15, 16 gelegt wird, mäanderförmig durch den Wabenkörper 10 fließt, wie durch die Wellenlinie 17 angedeutet ist. Im Inneren des Wabenkörpers ist ein Bereich 18 mit höherem spezifischen elektrischen Widerstand vorhanden, welcher insbesondere die Enden 19 der Schlitze 13, 14 umgibt. Auf diese Weise wird der elektrische Strom 17, der normalerweise möglichst nahe an den Enden 19 vorbeifließen würde, von dort weiter nach außen verdrängt, wodurch eine Überhitzung vermieden und eine gleichmäßigere Stromverteilung erreicht werden kann.

Fig. 2 zeigt im Querschnitt für einen runden Wabenkörper anschaulich das Ergebnis der vorliegenden Erfindung. Der Wabenkörper 20 besteht wiederum aus einer Vielzahl von Kanälen 22, welche von Wänden 21 begrenzt sind. Schlitze 23, 24 unterteilen den Wabenkörper elektrisch, so daß er bei Anschluß einer Spannung an die Anschlüsse 25, 26 mäanderförmig von einem Strom 27 durchflossen wird. Ein Bereich höheren elektrischen Widerstandes 28 umgibt die Enden 29 der Schlitze 23, 24, so daß der elektrische Strom 27 von diesen Enden 29 nach außen verdrängt wird. Bei Ausnutzung dieses Effektes können unter Umständen die Schlitze 23, 24 kürzer sein als ohne einen Bereich 28 mit erhöhtem spezifischen Widerstand, was für die Stabilität des ganzen Körpers von Vorteil ist.

Fig. 3 zeigt schematisch den Vorgang beim Extrudieren eines erfindungsgemäßen Wabenkörpers. Einem Extruder 30 werden zwei unterschiedliche pulverförmige Massen M1, M2 zugeführt, und zwar in einem äußeren Bereich 31 die Masse M1 mit einem niedrigeren spezifischen elektrischen Widerstand und im inneren Bereich 31 eine Masse M2 mit einem höheren spezifischen elektrischen Widerstand. Tatsächlich spielt natürlich nicht der elektrische Widerstand der Massen bei der Extrudierung, sondern erst der später entstehende elektrische Widerstand nach dem Sintern oder einer anderweitigen Behandlung die entscheidende Rolle.

Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, elektrisch beheizbare Wabenkörper, insbesondere für katalytische Konverter in Kraftfahrzeugen, herzustellen, welche eine weitgehend homogene Stromverteilung haben und Heißstellen in ihrem Inneren weitgehend vermeiden. Dadurch erhöht sich die Stabilität und Lebensdauer auch bei hohen mechanischen Anforderungen, wie sie in Kraftfahrzeugen auftreten.

Patentansprüche

1. Wabenkörper (10; 20) aus elektrisch leitfähigem Material, welcher durch Schlitze (13, 14; 23, 24) und/oder elektrisch isolierende Schichten elektrisch so unterteilt ist, daß ein elektrischer Strom auf einem gewundenen Pfad (17; 27) durch den Körper (10; 20) fließen kann, wobei der Wabenkörper (10; 20) aus Bereichen (18; 28) von unterschiedlichem Material (M1, M2) mit unterschiedlichem spezifischen Widerstand besteht.
2. Wabenkörper nach Anspruch 1, wobei der Wa-

benkörper (10; 20) ein extrudierter Körper aus Metallpulver oder einer Mischung aus Metall- und Keramikpulver ist.

3. Wabenkörper nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Wabenkörper (10; 20) ein Trägerkörper für katalytisch aktives Material ist, insbesondere für einen elektrisch beheizbaren katalytischen Konverter eines Kraftfahrzeuges.

4. Wabenkörper nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei der Wabenkörper (10; 20) durch mehrere etwa parallele, aber gegeneinander versetzte Schlitzze (13, 14; 23, 24) so unterteilt ist, daß ein elektrischer Strom (17; 27) etwa mäanderförmig durch den Körper fließen kann.

5. Wabenkörper nach Anspruch 4, wobei die Schlitzze (13, 14; 23, 24) Enden (19; 29) im Inneren des Wabenkörpers (10; 20) haben und der Wabenkörper (10; 20) zumindest im Bereich (18; 28) der Enden (19; 29) der Schlitzze (13, 14; 23, 24) aus einem Material (M1) mit einem höheren spezifischen Widerstand als in den übrigen Bereichen besteht.

6. Wabenkörper nach Anspruch 4 oder 5, wobei der Wabenkörper ein zylindrischer (20) oder ovalzylindrischer (10) Körper mit etwa axial verlaufenden Schlitzzen (13, 14; 23, 24), welche jeweils versetzt etwa parallel zu einem Radius liegen und von außen bis zu einem Ende (19; 29) im Inneren des Wabenkörpers (10; 20) reichen, und wobei der Wabenkörper (10; 20) in seinem inneren Querschnittsbereich (18; 28), der zumindest alle Enden (19; 29) der Schlitzze (13, 14; 23, 24) umfaßt, aus einem Material (M2) mit höherem spezifischen Widerstand besteht als in seinem äußeren Querschnittsbereich.

7. Wabenkörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Wabenkörper (10; 20) einen elektrischen Gesamtwiderstand von 0,01 bis 1 Ohm aufweist.

8. Wabenkörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Bereich (18; 28) mit dem höheren spezifischen elektrischen Widerstand einen mindestens etwa doppelt so großen spezifischen elektrischen Widerstand hat wie der Bereich mit dem niedrigeren spezifischen elektrischen Widerstand.

9. Verfahren zur Herstellung eines Wabenkörpers mit Bereichen unterschiedlicher spezifischer elektrischer Widerstände, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit folgenden Schritten:

a) einem Extruder (30) werden zwei unterschiedliche Massen (M1, M2) aus Metallpulver oder Metall- und Keramikpulvergemisch zugeführt, und zwar eine im inneren Bereich (31) und eine in einem den inneren Bereich (31) umgebenden äußeren Bereich (32);

b) die unterschiedlichen Massen (M1, M2) werden gemeinsam zu einem monolithischen Wabenkörper (10; 20) extrudiert;

c) der extrudierte Wabenkörper (10; 20) wird gebrannt oder gesintert oder, ggf. nach Bereichen unterschiedlich, physikalisch-chemisch behandelt;

d) der extrudierte Wabenkörper (10; 20) wird mit versetzten Schlitzzen (13, 14; 23, 24) versehen.

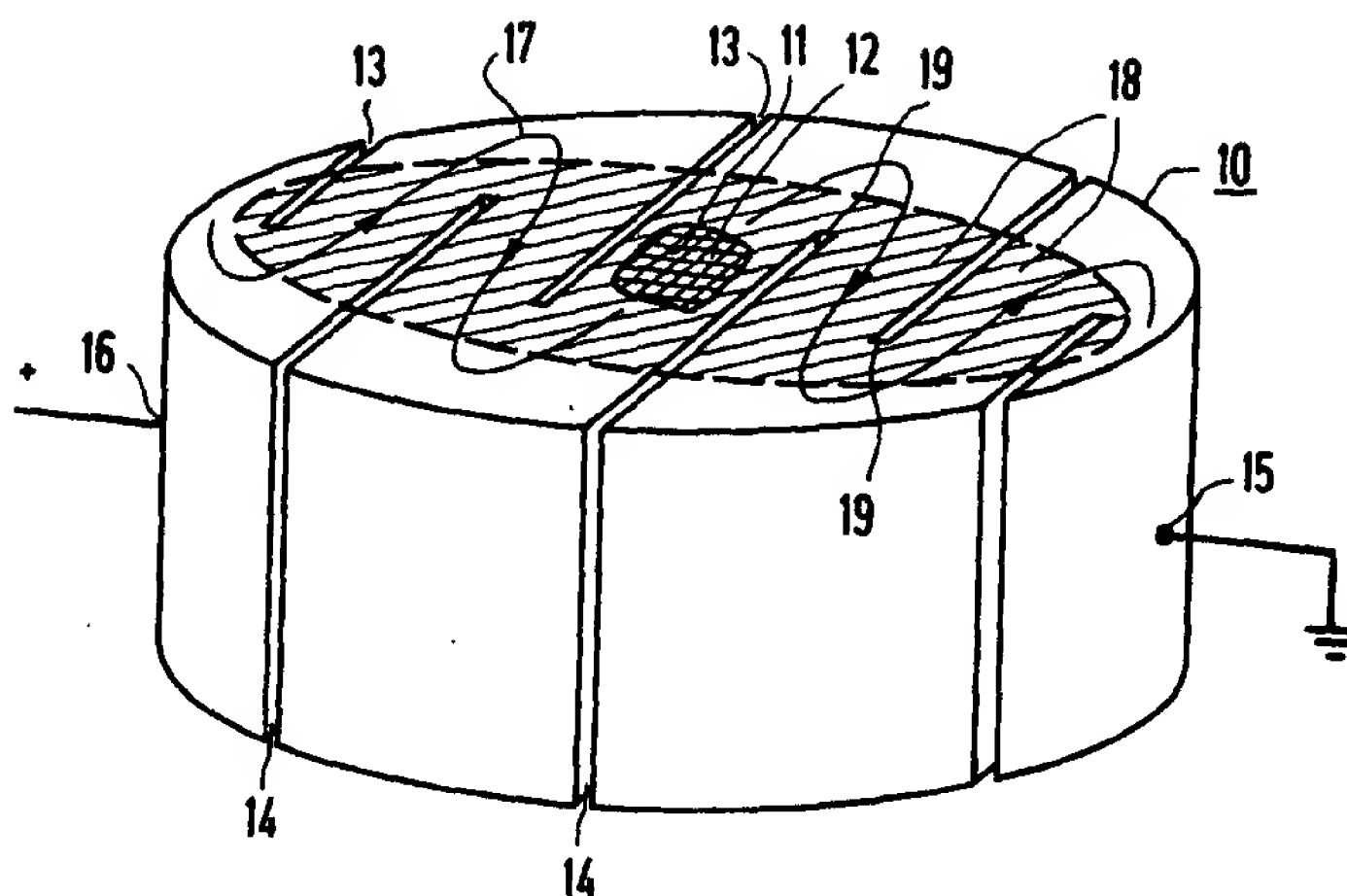


FIG 1

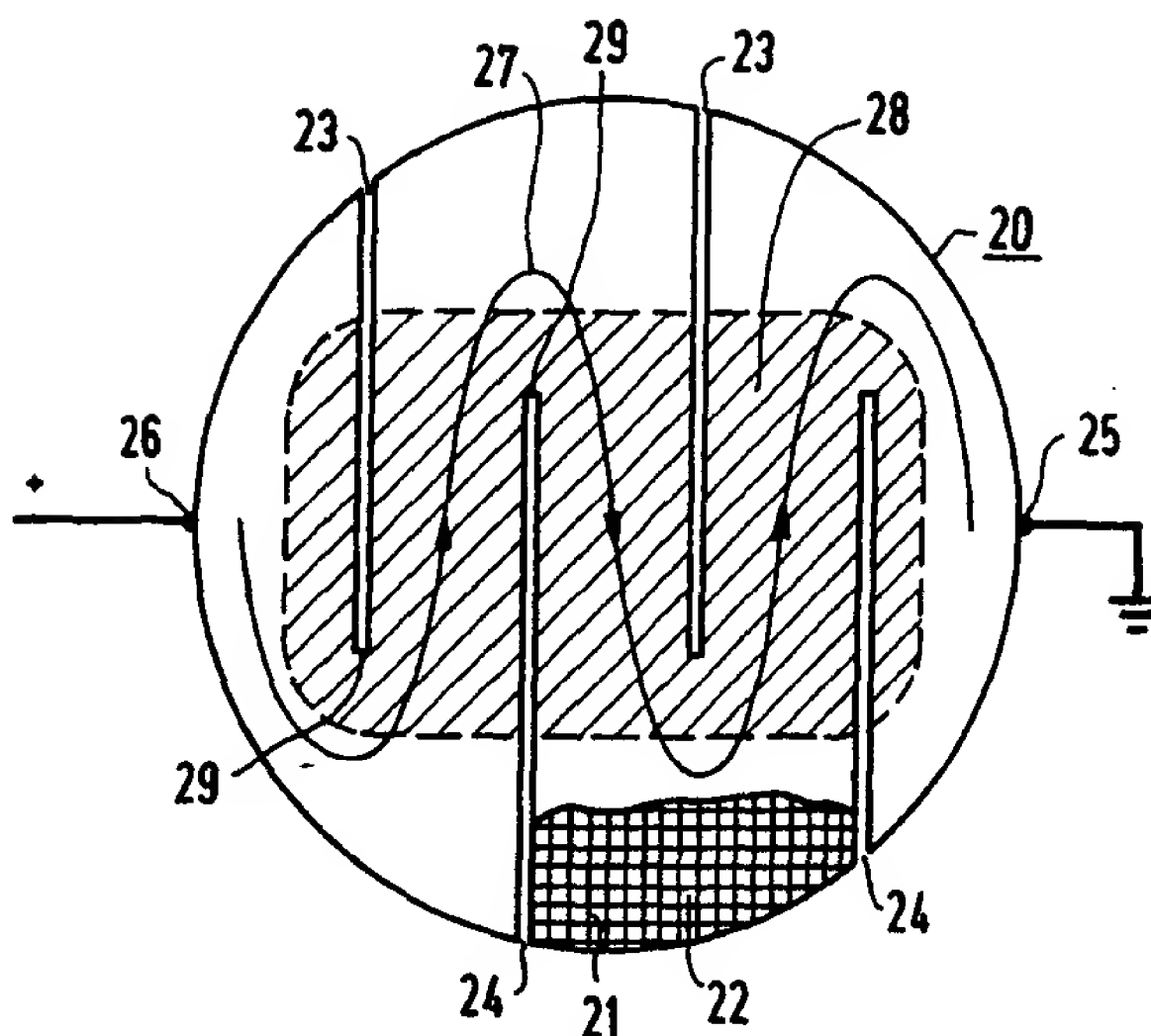


FIG 2

DOCKET NO: E-41365

SERIAL NO: 09/998,724

APPLICANT: Brück

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100

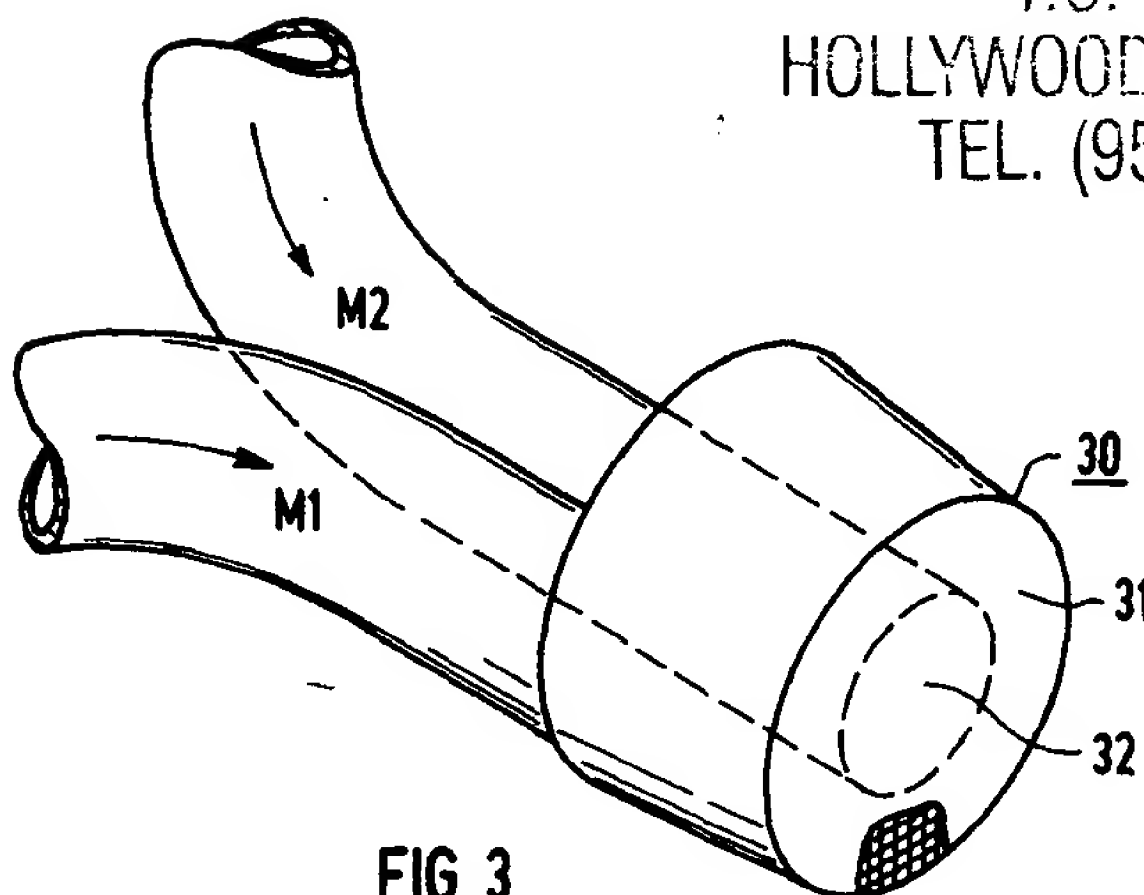


FIG 3